

IAP15 Rec'd PCT/PTO 09 JAN 2006

Verfahren zur Erkennung des am Fahrzeug installierten Reifentyps

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung des am Fahrzeug installierten Reifentyps gemäß Anspruch 1 sowie ein Computerprogramm gemäß Anspruch 7.

Zur Verbesserung der Sicherheit moderner Kraftfahrzeuge und deren Insassen werden heutzutage vermehrt elektronische Hilfssysteme wie beispielsweise ein Antiblockiersystem (ABS) oder ein elektronisches Stabilitätsprogramm (ESP) eingesetzt. Zur Verbesserung der Regelalgorithmen dieser elektronischen Hilfssysteme ist beispielsweise aus der EP 0 783 983 B1 ein Verfahren bekannt, welches aus den Drehgeschwindigkeiten der Räder des Fahrzeugs erkennt, ob ein Sommer- oder ein Winterreifen am Fahrzeug montiert ist. Abhängig von dem erkannten Reifen (Sommer- oder Winterreifen) werden daraufhin die Regelalgorithmen des ABS-Reglers auf den erkannten Reifen abgestimmt. Sommer- und Winterreifen weisen unterschiedliche Reifeneigenschaften, z. B. Unterschiede in der Profilsteifigkeit, auf, welche sich beispielsweise auf die maximal zu übertragende Fahrzeugverzögerung auswirken können. Die Anpassung des ABS-Reglers an den erkannten Reifen dient daher zur Verbesserung der aktiven Sicherheit.

Ferner ist aus der EP 0 578 826 B1 eine Vorrichtung zum Erfassen eines Reifenluftdruckzustands bekannt, welches einen Reifenluftdruckverlust durch Auswertung der Schwingungseigenschaften eines Fahrzeugreifens mittels einer Fourier-Analyse oder ähnlichen Verfahren bestimmt. Hierzu wird die Verschiebung einer Resonanzfrequenz, auch Peak-Frequenz genannt, ausgewertet. In Fig. 1 ist ein typisches Beispiel eines Reifens mit einer ausgeprägten Peak-Frequenz f_p bei etwa 40 Hz für einen bestimmten Reifenluftdruck dargestellt. Eine Verschiebung dieser Peak-Frequenz zu höheren bzw. niedrige-

ren Frequenzen hin wird von der bekannten Vorrichtung als Reifenluftdruckverlust interpretiert.

Aufgabe der Erfindung ist, ein anderes Verfahren zur Erkennung des am Fahrzeug installierten Reifentyps bereitzustellen, welches die an dem Fahrzeug installierten Reifentypen aufgrund ihrer Schwingungseigenschaften erkennt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch das Verfahren nach Anspruch 1 gelöst.

Unter dem Begriff „charakteristische Reifeneigenschaft“ soll erfindungsgemäß eine Größe wie z. B. die Druckempfindlichkeit des Abrollumfangs des Reifens, die Druckempfindlichkeit der Peak-Frequenz f_p , etc. verstanden werden.

Der Begriff „Peak-Frequenz“ soll im folgenden allgemein als Kenngröße für charakteristische Eigenschwingungen des Reifens verstanden werden, wobei neben der eigentlichen Eigenfrequenz z. B. auch die Dämpfung gemeint ist, die sich in Figur 1 als Breite bzw. Form der Ausprägung im Frequenzspektrum um etwa 40 Hz herum zeigt.

Unter dem Begriff „Solldruck des Fahrzeugreifens“ soll ein festgelegter Luftdruck des Reifens, wie beispielsweise ein vom Fahrzeughersteller für eine bestimmte Beladung vorgeschriebener Solldruck, verstanden werden. Dieser Solldruck ist u. a. von dem jeweiligen Fahrzeugtyp, der Fahrzeugbeladung und der verwendeten Reifendimensionen abhängig.

Die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt vorzugsweise nur, wenn der vorliegende Reifenluftdruck mit dem Solldruck des Fahrzeugreifens übereinstimmt.

Vorteilhafterweise erfolgt das Einstellen oder Überprüfen des Solldrucks der Fahrzeugreifen durch den Fahrzeugführer mittels eines Reifenfüllgeräts oder eines Reifenluftdruckmessers.

Vorzugsweise wird durch den Fahrzeugführer, nachdem dieser zuvor den Solldruck der Fahrzeugreifen eingestellt bzw. überprüft hat, eine Auslöseeinrichtung, insbesondere ein Resetknopf, betätigt, welche das erfindungsgemäße Verfahren startet.

Vorteilhafterweise werden die charakteristischen Reifeneigenschaften bei einem vorgegebenen Solldruck des Fahrzeugreifens in einem Kennfeld, in Form einer mathematischen Funktion oder auf ähnliche Weise abgespeichert. Beispielsweise geht aus einem solchen Kennfeld die Peak-Frequenz eines bestimmten Reifentyps mit einer bestimmten Reifengröße bei einem bestimmten Reifendruck hervor. Das Kennfeld kann auch beispielsweise Informationen über die Reifen- bzw. Lufttemperatur oder Korrekturwerte zur Eliminierung von Temperatureinflüssen beinhalten. Dieses Kennfeld kann man sich z. B. als Tabelle oder Diagramm vorstellen, wobei über die Radgeschwindigkeit v und die Peak-Frequenz f_p die unterschiedlichen Reifentypen gemäß einer Funktion $f(f_p, v)$ aufgetragen sind. Aus diesem Kennfeld kann einerseits direkt die Peak-Frequenz f_p bei einer bestimmten Geschwindigkeit v abgelesen bzw. entnommen werden und andererseits kann auch eine Peak-Frequenz f_p bei einer bestimmten Radgeschwindigkeit v aus der Funktion $f(f_p, v)$ ermittelt werden, z. B. per Interpolation oder Betrachtung der Steigung. Der Verlauf der Peak-Frequenz f_p über die Radgeschwindigkeit v gibt somit einen direkten Aufschluss über den vorliegenden Reifentyp. Ein solches Kennfeld muss fahrzeugspezifisch ermittelt werden.

Die mindestens eine charakteristische Reifeneigenschaft wird bevorzugt auch anderen Fahrzeugsystemen wie beispielsweise einem Antiblockiersystem (ABS), einem Fahrstabilitätsprogramm (ESP), einem indirekt messenden Reifendruckkontrollsystem (DDS) oder anderen bekannten Systemen zur Verfügung gestellt.

Dieses Verfahren zur Erkennung des Reifentyps ist auch ganz besonders geeignet zur Charakterisierung der Reifen für ein Reifendruckkontrollsystem welches auf Basis der druckbedingten Änderung des Reifenabrollumfangs U oder auf Basis der druckabhängigen Peak-Frequenz f_p arbeitet. Für diese Reifendruckkontrollsysteme stellt sich das Problem, dass die Druckempfindlichkeit des Reifenabrollumfangs dU/dp bzw. die Druckempfindlichkeit der Peak-Frequenz df_p/dp stark vom Reifen abhängt. Zu beachten ist hierbei, dass die den Reifen charakterisierende Peak-Frequenz f_p geschwindigkeitsabhängig ist. Es ist also sicherzustellen, dass die Bestimmung der Peak-Frequenz f_p jeweils bei der selben Geschwindigkeit oder innerhalb desselben Geschwindigkeitsbereichs erfolgt. Die Peak-Frequenz hängt außerdem vom Radmoment ab, deshalb wird zur Bestimmung der Peak-Frequenz nur ein eingeschränkter Radmomentenbereich für die jeweilige Radgeschwindigkeit zugelassen oder die Peak-Frequenz wird grundsätzlich nur unter Berücksichtigung des Radmoments bestimmt. Da das betrachtete Fahrzeug nicht nur mit identischen Reifen an allen Rädern ausgestattet sein kann, können sich u. U. auch unterschiedliche Peak-Frequenzen ergeben.

Weitere bevorzugte Ausführungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung von einigen Ausführungsbeispiele an Hand der Figuren.

Es zeigen

- Fig. 1 ein bekanntes Frequenzspektrum eines Reifens,
- Fig. 2 unterschiedliche Reifentypen/-dimensionen mit unterschiedlichen Peak-Frequenzen bei einer betrachteten Geschwindigkeit, und
- Fig. 3 die Abhängigkeit der Druckempfindlichkeit von der Peak-Frequenz bei einer betrachteten Geschwindigkeit.

In Fig. 1 ist ein typisches Frequenzspektrum eines Reifens dargestellt. Auf der Abszisse ist die Frequenz in Hertz aufgetragen und auf der Ordinate die Amplitude in einer willkürlichen Einheit. In dem gezeigten Beispiel sieht man eine ausgeprägte Peak-Frequenz f_p bei etwa 40 Hz. Das in Fig. 1 dargestellte Frequenzspektrum wird auf bekannte Weise aus dem Signal eines Sensors z. B. einem am Fahrzeug vorhandenen ABS-Sensor, welcher die Dreheigenschaft (z. B. Drehgeschwindigkeit) des Fahrzeugrads ermittelt, mittels einer Fourier-Analyse bestimmt. Hierbei ergibt sich eine ausgeprägte Peak-Frequenz f_p bei etwa 40 Hz. Die Lage der Peak-Frequenz f_p ist hierbei abhängig von den Reifeneigenschaften, wie z. B. dem Reifendruck, und der Geschwindigkeit des Fahrzeugs.

Das Diagramm in Fig. 2 stellt Peak-Frequenzen für unterschiedliche Reifentypen/-dimensionen A, B, C dar, wobei diese jeweils unterschiedliche Peak-Frequenzen f_A , f_B , f_C aufweisen. Die gezeigte Abhängigkeit zwischen dem Reifentyp und der Peak-Frequenz ist unter anderem geschwindigkeitsabhängig, deshalb gilt das Diagramm nur für eine betrachtete Geschwindigkeit bei einem bestimmten Fahrzeug. Bei anderen Geschwindigkeiten oder anderen Fahrzeugen kann diese Abhängigkeit anders aussehen. Es hat sich gezeigt, dass die Lage der Peak-Frequenz f_p geeignet ist zur Bestimmung des vorliegenden Reifentyps. Die Peak-Frequenzen können hierbei als feste

Werte (z. B. 40 Hz) oder als Wertebereiche (z. B. 38 Hz - 42 Hz) definiert sein, um z. B. auch vorhandene Herstellungstoleranzen der Reifen zu berücksichtigen. Der ermittelte Reifentyp kann an weitere Fahrzeugsysteme wie z. B. ABS, ESP weitergegeben werden um dort zur Anpassung von Regelalgorithmen verwendet zu werden.

In Fig. 3 ist die Abhängigkeit bzw. Korrelation zwischen der Lage der Peak-Frequenz f_p und der Druckempfindlichkeit des Reifenabrollumfangs dU/dp bei einer betrachteten Geschwindigkeit für das betrachtete Fahrzeug dargestellt. Peak-Frequenzen mit einer höheren Frequenz weisen auch eine höhere Druckempfindlichkeit des Reifenabrollumfangs dU/dp auf. Dieses Erkenntnis wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren berücksichtigt um die Erkennungsschwellen für einen Reifendruckverlust festzulegen. Bei bisherigen Reifendruckkontrollsystemen wurden die Erkennungsschwellen unabhängig von den Reifeneigenschaften festgelegt, was bei manchen Systemen je nach Auslegung zu Fehlwarnungen oder ausbleibenden Warnungen führte. Die Berücksichtigung der Reifeneigenschaften bei einem Reifendruckkontrollsystem dient somit zum verbesserten Erkennen eines Reifendruckverlustes und zwar bei nahezu gleichen Druckschwellen für alle Reifen. Hierbei ist die Abhängigkeit zwischen der Peak-Frequenz f_p und der Druckempfindlichkeit des Abrollumfangs dU/dp z. B. in einem Kennfeld oder in Form einer mathematischen Funktion abgespeichert.

Im Folgenden wird das erfindungsgemäße Verfahren in einzelnen Schritten vorgestellt.

Schritt 1: Einstellen des Solldrucks (empfohlener Reifendruck) der Fahrzeugreifen und Betätigen eines Resetknopfs zum Starten des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Schritt 2: Bestimmung der Peak-Frequenz f_p bei Solldruck der einzelnen Reifen unter Berücksichtigung der Radgeschwindigkeit und des Radmoments aus dem Frequenzspektrum der Fourier-Analyse auf an sich bekannte Weise.

Schritt 3: Bestimmung der charakteristischen Reifeneigenschaften wie z. B. die Druckempfindlichkeit des Reifenabrollumfangs oder die Druckempfindlichkeit der Peak-Frequenz f_p aus einem abgelegten Kennfeld (siehe Fig. 3).

Für die Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens in anderen Fahrzeugsystemen (z. B. ABS, ESP, DDS) können noch die folgenden Schritte notwendig sein.

Schritt 4: Auswahl der verwendeten Erkennungsschwellen/Warnschwellen in Abhängigkeit von z. B. der Druckempfindlichkeit des Reifenabrollumfangs oder der Druckempfindlichkeit der Peak-Frequenz f_p .

Schritt 5: Übermittlung der geschwindigkeitsabhängigen Peak-Frequenz f_p bei Solldruck und der Erkennungsschwellen/Warnschwellen an ein nachgeschaltetes System z. B. Reifendruckkontrollsystem (DDS), ABS, ESP, etc.

Grundsätzlich könnte die Druckempfindlichkeit des Abrollumfangs oder die Druckempfindlichkeit der Peak-Frequenz über korrelierende Schwingungseigenschaften des Reifens ermittelt werden, die auch auf andere Weise ausgewertet werden können, z. B. über Auswertung einer charakteristischen Radbeschleunigung.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Erkennung des am Fahrzeugs installierten Reifentyps, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens eine charakteristische Reifeneigenschaft, welche den am Fahrzeug installieren Reifentyp beschreibt, aus der Peak-Frequenz f_p des Frequenzspektrums mindestens eines Fahrzeugreifens bestimmt wird.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Peak-Frequenz f_p aus dem Frequenzspektrum mittels eines numerischen Analyseverfahrens, insbesondere nach dem Prinzip der Fourier-Analyse, bestimmt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Peak-Frequenz f_p bei einer bestimmten Radgeschwindigkeit oder innerhalb eines bestimmten Radgeschwindigkeitsbereichs ermittelt wird.
4. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die charakteristische Reifeneigenschaft in einem Kennfeld oder in Form einer mathematische Funktion abgespeichert ist, welches die Korrelation zwischen der Peak-Frequenz f_p der charakteristischen Reifeneigenschaft unter Berücksichtigung der Radgeschwindigkeit beschreibt.
5. Verfahren nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Peak-Frequenz f_p bei einem festgelegten Solldruck des Fahrzeugreifens ermittelt wird.

6. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Peak-Frequenz f_p und/oder die mindestens eine charakteristische Reifeneigenschaft anderen Fahrzeugsystemen, wie insbesondere einem Antiblockiersystem (ABS), und/oder einem elektronischen Stabilitätsprogramm (ESP) und/oder einem Reifendruckkontrollsystem (DDS), zugeführt werden.
7. Computerprogrammprodukt, **dadurch gekennzeichnet**, dass dieses einen Algorithmus definiert, welcher ein Verfahren gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6 umfasst.

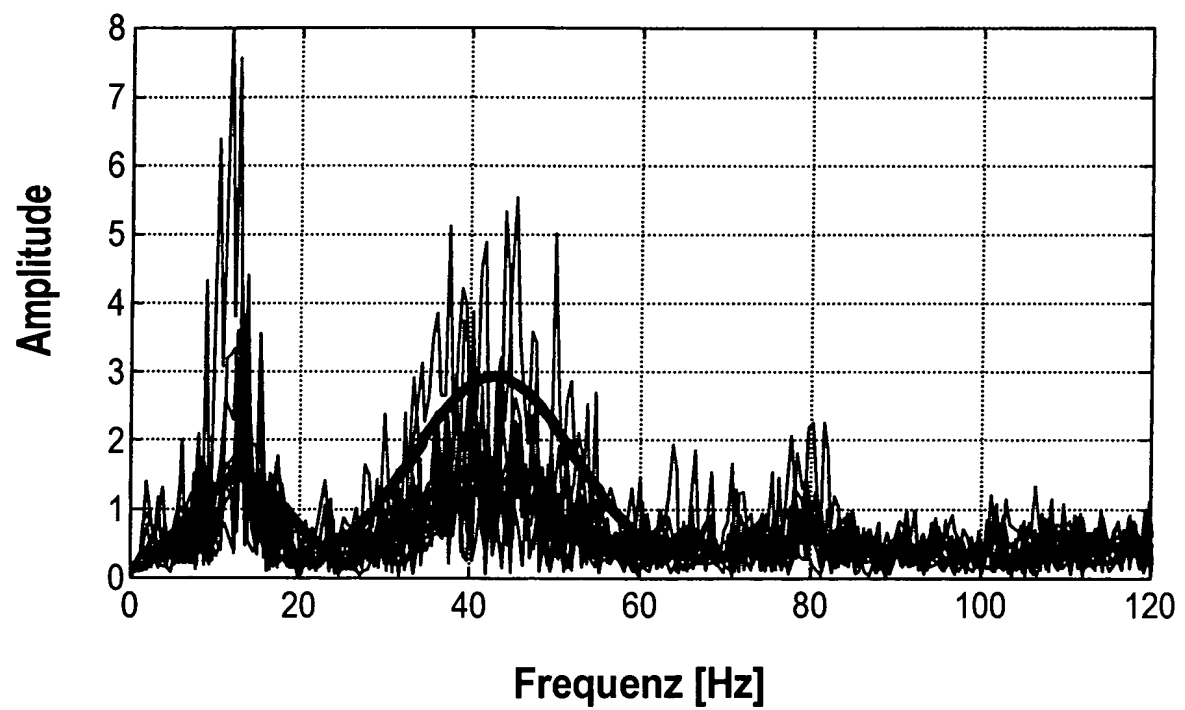
Zusammenfassung

Verfahren zur Erkennung des am Fahrzeug installierten Reifentyps

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung des am Fahrzeugs installierten Reifentyps, wobei mindestens eine charakteristische Reifeneigenschaft, welche den am Fahrzeug installierten Reifentyp beschreibt, aus der Peak-Frequenz f_p des Frequenzspektrums mindestens eines Fahrzeugreifens bestimmt wird.

Ferner betrifft die Erfindung ein Computerprogrammprodukt.

(Fig. 2)

$1/2$ **Fig. 1**

2/2

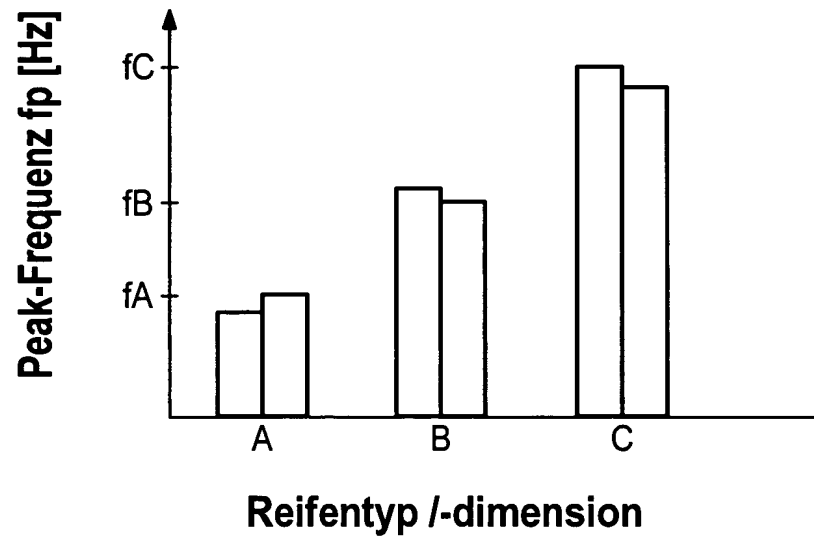


Fig. 2

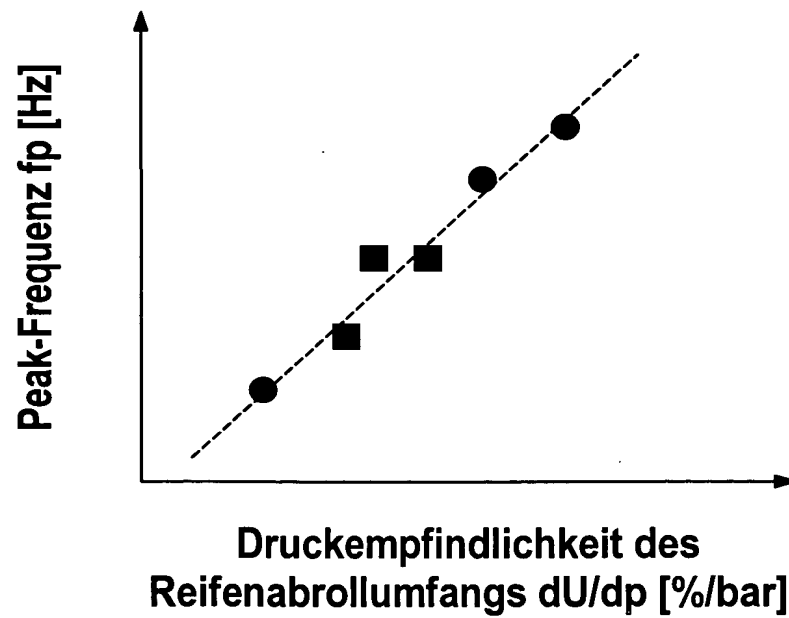


Fig. 3